

- 10 Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни / В. Г. Горшков. – М. : ВИНТИ, 1995. – 470 с.
- 11 Li B.-L. Allometric scaling as an indicator of ecosystem state: a new approach / B.-L. Li, V. G. Gorshkov, A. M. Makarieva // I. Petrosillo et al. (eds.) Use of Landscape Sciences for the Assessment of Environmental Security, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, Springer, the Netherlands, 2008. – P. 107–117.
- 12 Дронова О. Л. Фактори ризику техногенних надзвичайних ситуацій в Україні / О. Л. Дронова. – К.: Ін-т географії НАН України, 2011. – 269 с.
- 13 В. Ю. Некос, Ю. О. Пічугіна / Проблема впливу пожеж на стан рослинного покриву // Людина і довкілля. Проблеми неоекології : журнал наукових праць / ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2008. – Вип. 1–2. – С. 21–25.
- 14 Дідух Я. П. Оцінка стійкості та ризиків втрати екосистем / Я. П. Дідух // Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія. – 2014. Т. 158. – С. 54–61.

© Р. А. Заєць

*Надійшла до редакції 31 травня 2018 р.
Рекомендував до друку
докт. техн. наук Я. О. Адаменко*

УДК 502.17:620.92 (477.86)

*Н. М. Москальчук
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ОБ'ЄКТІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ ТА ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЯ НА ПРИКЛАДІ ВЕС ШЕВЧЕНКОВЕ-1

Розроблено методику оцінки впливу на довкілля (ОВД) об'єктів вітроенергетики. Запропоновані параметри значущості впливів: ймовірності, простору, часу та інтенсивності, які дають можливість бальної оцінки залишкових впливів. Проведена ОВД ВЕС «Шевченкове-1». В результаті отримано висновок, що ВЕС «Шевченкове-1» завдасть незначного впливу на довкілля. Помірний негативний вплив на птахів та кажанів потребує моніторингових досліджень та застосування додаткових пом'якшувальних заходів.

Ключові слова: Оцінка впливу на довкілля (ОВД), вітроелектростанція (ВЕС), значущість впливу, пом'якшувальні заходи, ВЕС Шевченкове-1

The method of environmental impact assessment (EIA) of wind energy objects is proposed. The parameters of impacts scale: probability, spatial, temporal and intensity, which give the possibility of ballroom evaluation of residual effects are proposed. The EIA of the wind farm "Shevchenkove-1" was conducted. As a result, it was concluded that the wind farm Shevchenkove-1 will have a negligible impact on the environment. Moderate negative impacts on birds and bats require monitoring and additional mitigation measures.

Keywords: Environmental Impact Assessment (EIA), wind farm, impacts scale, mitigation measures, wind farm Shevchenkove-1

Постановка проблеми. 18 грудня 2017 року введено в дію Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» (ОВД), яким передбачається запровадити оцінку впливу на довкілля у процесі прийняття рішень про провадження господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля, з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів. За положеннями згаданого закону оцінці впливу на довкілля підлягають вітрові парки та вітрові електростанції, що мають дві і більше турбіни або висота яких становить

50 метрів і більше. Вказані об'єкти віднесені до другої категорії об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля [8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед вітчизняних науковців проблемою оцінки впливу на довкілля займалися Я. О. Адаменко, В. А. Андронов, Є. О. Варивода, Л. М. Архипова, І. Д. Пушкарьова, Т. А. Сафранов та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На сьогодні особливо акцентуються питання вивчення і розробки технічних особливостей використання відновлювальних джерел енергії, однак не досить глибоко досліджені питання екологічного впливу відновлювальних джерел енергії на навколишнє середовище. На даному етапі не розроблено підзаконних нормативно-правових актів, які б регламентували процедуру ОВД, зокрема п.5 статті 6 Закону України «Про ОВД» – опис і оцінку можливого впливу на довкілля планованої діяльності.

Постановка завдання. Для оцінки можливого впливу на довкілля об'єктів вітроенергетики, пропонується методика на основі визначення чотирьох параметрів: ймовірності впливу, просторового, часового та інтенсивності впливу. Кожен з чотирьох параметрів обчислюється за спеціальною шкалою з використанням критеріїв для відповідних градацій шкали. Оскільки дію багатьох факторів, які впливають на природне та соціально-економічне середовище, неможливо оцінити кількісно запропонований бальний метод оцінки впливів на довкілля з використанням методу матриць дасть змогу порівняти різні впливи планованої діяльності та альтернативних варіантів.

Виклад основного матеріалу. Запропонована *Методика ОВД об'єктів вітроенергетики* пропонує проведення ОВД за чотирма етапами:

1. Визначення потенційних впливів (скринінг);
2. Заходи з пом'якшення негативних впливів і посилення (для соціально-економічного середовища) позитивних впливів;
3. Оцінка величини і значущості залишкових впливів;
4. Інтегральна оцінка залишкових впливів

1. Порівняльний аналіз Закону України «Про ОВД», Директиви 2011/92/ЄС «Про оцінку наслідків певних державних та приватних проектів для навколишнього природного середовища», раніше діючих ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» та «Програми фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF). Стратегічний екологічний аналіз» [8,4,16,14] на предмет *визначення першочергових впливів (скринінгу)* об'єктів вітроенергетики дав можливість запропонувати такі складові природного середовища: повітря, геологічне середовище, ґрунти, води, флора, фауна та біорізноманіття, ландшафт; та соціально-економічного середовища: здоров'я населення, соціально-економічна ситуація (зайнятість, комунальна інфраструктура, транспорт, використання ресурсів), історико-культурна спадщина. Кожен компонент довкілля може складатись з декількох об'єктів впливу. Наприклад компонент природного середовища води включатиме такі об'єкти оцінки як ресурси поверхневих вод, забруднення поверхневих вод тощо.

2. Згідно Закону України «Про ОВД» звіт з оцінки впливу на довкілля повинен включати «...опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на довкілля, у тому числі (за можливості) компенсаційних заходів».

3. Значущість впливу, яка є результативним показником впливу на конкретний компонент довкілля, визначається параметрами ймовірності, просторового, часового масштабу та масштабу інтенсивності, які диференціюються по градаціях (табл.1-4). Для оцінки всієї сукупності наслідків запланованої діяльності, приймається 4-рівнева градація з 1 до 4 балів, з негативним чи позитивним знаком, ранжуються як негативні, так і позитивні фактори впливу. Для природного середовища не враховується нульовий вплив, тому що при будь-якій діяльності буде відбуватися вплив на природне середовище.

Нульовий вплив буде лише за відсутності запланованої діяльності. Для соціально-економічного середовища може бути присутній нульовий вплив, якщо негативні впливи компенсуються тим же рівнем позитивних впливів.

Таблиця 1

Шкала оцінки ймовірності впливу на довкілля

Градація	Ймовірність впливу, %	Бал
Нульовий вплив	0	0
Дуже мало ймовірний	<10	1
Мало ймовірний	10-50	2
Помірно ймовірний	50-90	3
Високо ймовірний	>90	4

Таблиця 2

Шкала оцінки просторового масштабу (площі) впливу на довкілля

Градація	Критерій		Бал
	Природне середовище	Соціально-економічне середовище	
Нульовий вплив		Вплив відсутній	0
Точковий вплив	Фації, урочища / площа впливу до 1 км ²	Територія розміщення об'єкту	1
Локальний вплив	Групи урочищ, місцевість / площа впливу до 10 км ²	Територія прилеглих населених пунктів	2
Місцевий вплив	Ландшафт / площа впливу від 10 до 100 км ²	Територія одного або кількох адміністративних районів	3
Регіональний вплив	Ландшафтні округи, провінції / площа впливу більше 100 км ²	Території області чи регіону	4

Таблиця 3

Шкала величини тривалості впливу на довкілля

Градація	Критерій	Бал
Нульовий вплив	Вплив відсутній	0
Короткотривалий вплив	Менше 3 місяців	1
Середньотривалий вплив	Від одного сезону (більше 3-х місяців) до 1 року	2
Тривалий вплив	Впродовж тривалого періоду (більше 1 року, але менше 3-х років), зазвичай охоплює часові рамки будівництва	3
Довготривалий (постійний) вплив	Більше 3 років	4

Значущість впливів є комплексною (інтегральною) оцінкою. Визначення значущості впливу здійснюється в кілька етапів.

1. Для визначення значущості впливу на окремі компоненти довкілля необхідно використати таблиці з критеріями впливів (табл. 1-4).

Значущість впливу (виду діяльності) на i -й компонент довкілля визначається формулою (1):

$$Q_i = Q_i^p \cdot Q_i^t \cdot Q_i^s \cdot Q_i^j \quad (1)$$

де: Q_i^p – бал ймовірності впливу на i -й компонент довкілля; Q_i^t – бал часового впливу на i -й компонент довкілля; Q_i^s – бал просторового впливу на i -й компонент довкілля; Q_i^j – бал інтенсивності впливу на i -й компонент довкілля.

Таблиця 4

Шкала величини інтенсивності впливу на довкілля

Градація	Критерій		Бал
	природне середовище	соціально-економічне середовище	
Нульовий вплив	Вплив відсутній		0
Незначної інтенсивності	Зміни в природному середовищі не перевищують існуючі межі природної мінливості / Змін зазнає менше 10% об'єкту впливу	Відхилення відповідають існуючим до початку реалізації проекту коливанням мінливості цього показника / Змін зазнає менше 10% об'єкту впливу	1
Слабкої інтенсивності	Зміни в природному середовищі виходять за межі природної мінливості, природне середовище повністю самовідновлюється / Змін зазнає 10-50% об'єкту впливу	Відхилення перевищують існуючі тенденції в зміні умов проживання в населених пунктах / Змін зазнає 10-50 % об'єкту впливу	2
Помірної інтенсивності	Зміни в природному середовищі, які перевищують межі природної мінливості, порушують окремі компоненти природного середовища. Природне середовище зберігає можливість до самовідновлення / Змін зазнає 50-90 % об'єкту впливу	Відхилення перевищують існуючі умови середньо районного рівня / Змін зазнає 50-90 % об'єкту впливу	3
Значної інтенсивності	Зміни в природному середовищі призводять до значного порушення компонентів природного середовища та/або екосистем. Окремі компоненти природного середовища втрачають здатність до самовідновлення / Змін зазнає більше 90 % об'єкту впливу	Відхилення перевищують існуючі умови середньо обласного чи середньо регіонального рівня / Змін зазнає більше 90 % об'єкту впливу	4

Оціночні бали значущості визначаються окремо для негативних і окремо для позитивних ймовірностей, просторових, часових впливів і впливів інтенсивності.

2. Для кожного компонента, що розглядається, визначають інтегральний бал за допомогою підсумовування комплексних оціночних балів значущості негативних чи позитивних впливів.

3. Категорія значущості визначається інтервалом значень залежно від балу, отриманого при обчисленні (табл. 5). Категорії значущості визначаються для всіх компонентів довкілля, є однаковими і можуть порівнюватись при визначенні компоненту довкілля, який зазнає найбільшого впливу.

Якщо значущість впливу, що визначається для певного компонента природного середовища (повітря, фауна тощо) є єдиною, то вона безпосередньо використовується для оцінки результуючої значущості впливу – інтегральної (середньої) оцінки від впливу (виду діяльності). Та, якщо на один компонент природного середовища впливають різні джерела (види діяльності), то аналіз впливів на компоненти досить зручно проводити за

допомогою оціночних матриць. Окремі складові матриці для різних об'єктів можуть відрізнятися. Матриця може включати компоненти природного середовища, етапи діяльності, те і інше разом

Таблиця 5

Категорії значущості впливів на довкілля

Підсумковий бал	Підсумковий вплив
від +1 до +16	Незначний позитивний вплив
від +17 до +81	Помірний позитивний вплив
від +82 до +256	Значний позитивний вплив
0	Вплив відсутній
від -1 до -16	Незначний негативний вплив
від -17 до -81	Помірний негативний вплив
від -82 до -256	Значний негативний вплив

Реалізація методики ОВД. ВЕС Шевченкове-1 знаходиться на відстані 14 км на південь від м. Долини в межах земель запасу с. Шевченкове на землях Шевченківської сільської ради Долинського району. Територія складається з окремих ділянок з розташуванням на них споруд, що формують комплекс ВЕС, а саме: вітроелектроустановок (ВЕУ), трансформаторного пункту (ТП) технологічних проїздів; лінії електропередач (ЛЕП). Планується використання вітрогенераторів «NORDEX» двох типів потужністю 600 кВт та 1300 кВт. Комплекс ВЕС формують 7 ділянок по 0,25 га загальною площею 1,75 га, які відводяться в оренду на 49 років [3].

Природне середовище.

Повітря. *Забруднення повітря* Деякі негативні наслідки проекту можуть спостерігатися на етапі будівництва ВЕС, зокрема в процесі будівництва мережі технологічних доріг та допоміжних споруд. Ці дії включають забруднення повітря від будівельної техніки і транспортних засобів, а також від створення пилу. Також ймовірними є викиди шкідливих речовин при пожежах. Об'єкти ВЕС обладнані системами автоматичної сигналізації та пожежогасіння [3].

Геологія і ґрунти. Можливим є вплив на *гірські породи* від розчищення ділянки та викопування ям для фундаменту (глибина 2,6 м) та прокладання в залізобетонних лотках кабельних ліній (глибина 1,9 м), що поєднують ВЕУ. Іншим геологічним об'єктом впливу можуть бути *зсувонебезпечні ділянки*, оскільки рельєф місцевості складний, гірський, відмітки землі на різних ділянках проектування коливаються в межах 504,0–590,9 м. Зокрема, враховуючи те що будівництво ведеться на схилах, де можливий розвиток зсувів або необхідне їх закріплення використовуватиметься палевий фундамент – куц буро набивних паль об'єднаних ростверком. Даний вплив значно зменшиться застосуванням пом'якшувальних заходів, які виконуватимуться в процесі інженерної підготовки території, а саме організацію поверхневого стоку за допомогою відкритої водовідвідної системи – лотків та каналів з влаштуванням містків або труб в місцях пересічення їх з проїздами [3]. Також виникнення зсувів корелюється з крутизною схилів, зокрема на схилах крутизною 15-20° зареєстровано найбільшу кількість зсувів [11], а досліджувана ділянка розташована в підгірській зоні, яка характеризується значно меншими показниками. *Деградація ґрунту* від видалення верхнього шару рослинності. Дані впливи зменшаться застосуванням пом'якшувальних заходів – рекультивацією поверхневого шару ґрунту та відновлення рослинного покриву, створенням мережі технологічних доріг на базі існуючих ґрунтових доріг сільськогосподарського призначення [3]. *Забруднення ґрунту* можливе від використання будівельної техніки, потраплянь у ґрунт паливно-мастильних матеріалів та не належного поводження з відходами, що утворюватимуться на етапі будівництва ВЕС. Пом'якшувальні заходи, зокрема розташування окремих огорожених майданчиків, де під накриттям зберігатимуться стабілізатор ґрунту LBS та

паливно-мастильні матеріали та окремих майданчик для зберігання земляних мас дасть змогу зменшити даний вплив [3].

Води. Вплив на *ресурси поверхневих вод* можливий у вигляді зміни у обсягах поверхневого-зливового стоку і надходженні більшої кількості води та наносів у місцеві водотоки через порушення ґрунтового покриву та вилученні рослинності під час будівництва. Потраплянню поверхнево-зливових стоків на дорогу Р-21 перешкоджатиме запроєктована система каналів. Також вплив проявляється у вигляді *забруднення поверхневих вод* завислими речовинами особливо у ході будівництва. Вплив на *ресурси і забруднення підземних вод* проявлятимуться у вигляді збільшення надходження через деградацію ґрунтового покриву та проникнення забруднених речовин.

Флора, фауна та біорізноманіття. Аналіз значущості базується на врахуванні чутливості компонентів та рецепторів, що особливо стосується флори, фауни та біорізноманіття. Високою чутливістю характеризуються території та види, що перебувають під охороною. Найближчими об'єктами ПЗФ місцевого значення є ландшафтний заказник «Ріка Свіча з притокою Мізунькою» та орнітологічний заказник Шевченківський. Зважаючи на відстань до чутливих територій (1-2 км) вплив на *флору* відбуватиметься в основному при підготовці території будівництва у зв'язку з виїмкою ґрунту. Будівництво об'єктів ВЕС та інфраструктури не передбачає вирубування лісів. Вплив буде пом'якшений проведенням рекультивації поверхневого шару ґрунту та відновленням рослинного покриву, застосуванням технологічних проїздів. *Загорання рослинності* при пожежах мінімізується застосуванням комплексу заходів з пожежопередження та пожежогасіння.

Зменшення біорізноманіття, зокрема і на особливо чутливих територіях, тісно пов'язане з впливом на *орнітофауну*, який є найбільш значним. У широколистяних лісах, на рівнинах Долинського району можна зустріти таких птахів як – шпак, горобець, синиця, галка, сойка, у горах – глухаря карпатського, шишкаря ялинового, лелеку гірського [12]. Найбільш небезпечним є вплив ВЕС при розташуванні їх на території об'єктів ПЗФ або в безпосередній близькості до них, оскільки збільшується ймовірність впливу на особливо чутливі *види, що охороняються*. У довколишніх лісах Вигодського лісництва зустрічаються занесені до Червоної книги лелека чорний, глухар, рябчик, тетерук [6]. У безпосередній близькості до ВЕС на території орнітологічного заказника «Шевченківський» гніздується сіра чапля. *Витіснення з ареалів птахів, що охороняються*. Літературні дані, зокрема [18], в якому автор проаналізував 180 праць стосовно впливів ВЕС на птахів та кажанів свідчать про певні видові особливості поведінки. В період гніздування вітрові турбіни мають невеликий вплив на птахів, окрім качок, гусей та деяких інших видів водних птахів та птахів відкритих просторів, які уникали турбін на кілька сотень метрів. *Загибель при зіткненні з ВЕС*. Деякі види, зокрема сіра чапля, хижі птахи, шпаки, ворони часто спостерігалися поруч і навіть в межах вітрових електростанцій, що частково сприяло підвищенню ймовірності зіткнення з ВЕС та загибелі. ВЕС, розташовані поруч з водоймами (у даному випадку у межиріччі рр. Свіча і Мізунка) чи голими гірськими хребтами, спричиняють більше жертв, ніж інші. Також показники зіткнення птахів корелюються із висотою турбін. У середньому на вітрову турбіну висотою 100 м припадає 5 убитих птахів за рік. *Втрата місць відпочинку та годівлі для мігруючих птахів*. Україною проходить південний континентальний євразійський, а досліджуваною територією проходять північно-західний пролітний шлях весняної міграції та карпатський пролітний шлях осінньої міграції [1, 14, 2]. Вітрові турбіни мають дуже великий вплив на мігруючих птахів поза сезоном гніздування, витісняючи їх з місць відпочинку та годівлі. Деякі види показують суттєві зв'язки між висотою турбіни та відстанню уникнення. *Зіткнення птахів з ВЕС під час міграції*. Існують відмінності у висоті весняної міграції птахів різних видів на території ВЕС [26]. Зокрема горобцеподібні пролітали переважно на висоті до 40 м, качкові, журавлині – на висотах вищих 120 м, хижі – однаково часто на різних висотах. Будівництво ВЕС може

привести до витіснення кажанів з їх ареалів через втрату місць харчування або порушення коридорів руху. ВЕС, розташовані поблизу лісів, мають високі показники зіткнення для кажанів. Показники зіткнення на цих чутливих територіях були у рази вищі, так, наприклад, деякими вітровими турбінами було вбито більше 100 кажанів за рік [18]. Окрім того, кажани – одна з найбільш вразливих груп ссавців, більшість видів, що мешкають на території України занесені до Червоної Книги.

Вплив на водні екосистеми від ВЕС під час будівництва може відбуватися через надходження із поверхнево-зливовим стоком у місцеві водотоки твердих наносів та накопичення їх у руслах змінюючи тим самим стан водних середовищ та впливаючи на водну біоту. Втрата середовища існування через вилучення земель під ВЕС буде зачіпати наземні екосистеми. Проте, даний вплив буде пом'якшений проведенням рекультивації поверхневого шару ґрунту та відновлення рослинного покриву, уникненням будівництва на території ПЗФ, розташуванням ВЕС на не залісненій території.

Ландшафт. Спорудження ВЕС може негативно впливати на якість ландшафту та естетичний вигляд ландшафтів. В Україні немає норм щодо розмірів територій, які зазнають візуального впливу від ВЕС. Аналіз закордонних джерел, зокрема [25] вказує на необхідність досліджень візуального впливу в радіусі до 20-30 км, залежно від висоти ВЕУ, на відстані до 16 км ВЕУ є центром візуального сприйняття. *Ландшафти-об'єкти ПЗФ та неорганізовані особливо цінні ландшафти.* Візуальний вплив на ландшафти буде обмежуватись рельєфом (з півдня територія розташування ВЕС відділяється вищими низькогір'ям, а з півночі горбогір'ям, які унеможливають візуалізацію ВЕС за ними) та не надто високою висотою ВЕУ 50-60м. Землі, які є природоохоронними об'єктами, і високоякісні ландшафти можуть бути особливо вразливими до впливів. Найближчим об'єктом ПЗФ, в якому охороняються ландшафти, є ландшафтний заказник місцевого значення «Ріка Свіча з притокою Мізунькою. Візуальний вплив буде відчутним на 9-10 км р. Свіча (с. Підліски – с. Ангелівка – с. Максимівка – с. Шевченкове – с. Пациків). В межах р. Мізунка, поруч з якою проходить туристичний маршрут «Карпатський трамвайчик», незначний вплив буде тільки в окремих точках, оскільки візуалізація обмежуватиметься забудовою, відстанню (в середньому 5 км), орографічним підвищення між ВЕС та р. Мізунка, а в районі с. Новий Мізунь – лісовими насадженнями. Також на захід від території ВЕС розташована оглядова точка г. Лиса (1120 м), проте ВЕС не надто впливатиме на візуальну привабливість ландшафту з цієї точки, оскільки, окрім ВЕС, з півночі до сходу можна спостерігати території сільської забудови прилеглих сіл та ЛЕП 400 кВ, яка проходить територією ВЕС. Для оцінки впливу рельєфу на видимість ВЕУ було побудовано карту зони видимості з ВЕУ 6 у радіусі 10 км (рис. 1).

Соціально-економічне середовище.

Здоров'я населення. За даними [23], в якому проведено критичний аналіз 162 наукових праць, вказується, що немає доказів того, що шум вітрових турбіни асоціюється з будь-яким чітко визначеним результатом захворювання. Проте, різні співвідношення людей, які проживають біля об'єктів ВЕС, скаржаться на ВЕУ або шум від них. Скарги на шум більш поширені при будівництві ВЕС, ніж при експлуатації.

Шум при будівництві. Шумове забруднення буде присутнє на етапі будівництва, зокрема від транспорту. Як засіб пом'якшення впливу на працівників передбачено використання засобів захисту слуху під час будівництва, також будівельні роботи проводитимуться у денний час.

Шум при експлуатації ВЕС. При роботі електротехнічного обладнання електростанції (турбіни, інвертори, трансформатори) спостерігається шумове забруднення. Для зменшення шумового навантаження передбачено застосування обладнання, конструкцією яких передбачені заходи по зменшенню шумів. Оперативні шуми від експлуатації ВЕС негативно не впливатимуть на людей, які житимуть поблизу ВЕС. Згідно ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму [10] для територій, які безпосередньо прилягають до житлових будинків допустимий

еквівалентний рівень звукового тиску складає вдень 55 дБА, вночі 45 дБА, максимально допустимий рівень звукового тиску відповідно – 70 дБА, 60 дБА.

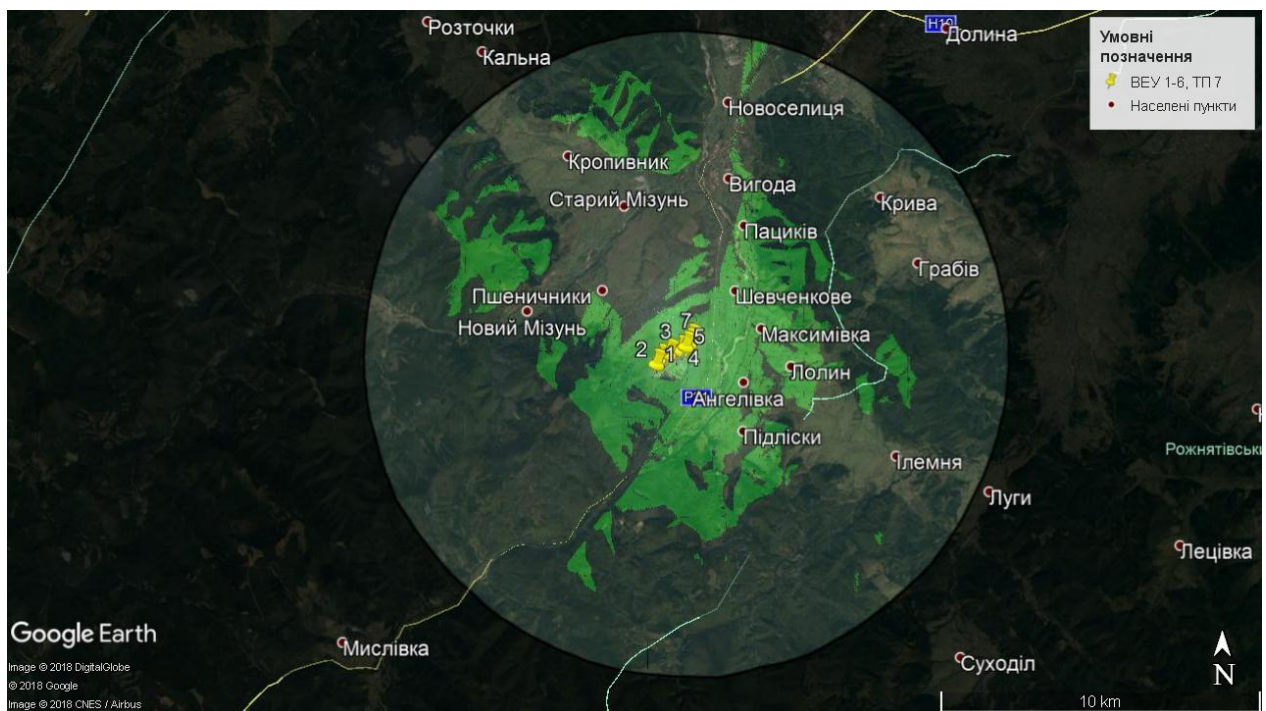


Рис. 1. Зона видимості з БЕУ 6 ВЕС Шевченкове-1 висотою 50 м.

Звуковий тиск від вітрової турбіни послаблюється логарифмічно по відношенню до відстані. БЕУ NORDEX N43 600 NORDEX N60 1300 створюють рівні звукової потужності 102-105 дБА. Згідно [24] для вітрової турбіни висотою 50 м зі звуковою потужністю 102 дБА звуковий тиск 55 дБА досягатиметься уже в 80 метрах від турбіни, 45 дБА – 250 м. Для турбін зі звуковою потужністю 104 дБА, звуковий тиск у 55 дБА відчувається на відстані 90 м, і 45 дБА на відстані 320 м. Також за даними досліджень рівня шуму Інституту громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України пропонується СЗЗ у розмірі 700 м для ВЕС з БЕУ потужністю 2-3 МВт [15]. Відстань до найближчої забудови близько 1 км.

Вібрації. Чутливість до нижньої частоти вібрації значно варіюється між людьми, проте рівень вібрації, що генерується вітряними турбінами, лежить нижче порога чутливості. **Електромагнітне випромінювання.** Об'єкти ВЕС (БЕУ, ТП, ЛЕП та кабельні лінії) можуть створювати підвищені рівні електричного та магнітного поля. В Україні рівні електромагнітного випромінювання нормуються «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» [7]. Згідно цього документу санітарно-захисною зоною вважається територія, на якій напруженість ЕП перевищує 1 кВ/м і встановлюється для повітряних ліній від 300 кВ, для ЛЕП 10 та 35 кВ, які будуть на території ВЕС СЗЗ не передбачено. Результати закордонних досліджень також показують, що рівні магнітного поля в районі вітрових турбін були нижчими, ніж ті, що виробляються багатьма звичайними побутовими електроприладами і були значно нижчими за будь-які існуючі нормативи щодо здоров'я людей [20]. БЕУ Шевченківської ВЕС поєднуються з ТП підземними кабельними лініями, що прокладені в залізобетонних лотках на глибині 1,8 м, що також знижує потенційний вплив ЕМВ.

Тінь мерехтіння. Ефект мерехтіння тіні виникає, коли лопаті ротора турбіни, обертаючись, періодично відкидають тінь на прилеглі житлові об'єкти, яка є видимою через отвори в будівлі, найчастіше – вікна. Ця проблема виникає при комбінації таких умов: ясна погода, сонце знаходиться низько над горизонтом, вітрова турбіна знаходиться

на шляху між сонцем і житловим приміщенням, відсутні інші перешкоди між сонячними променями і житлом, крім турбіни [9]. Визначено, що окремо взятий ефект мерехтіння викликає у деяких людей, зокрема епілептиків, запаморочення, втрату рівноваги, нудоту, коли вони спостерігають рух тіні від ротора, чи рух самих лопатей. В Україні не існує жодних правил, щодо мерехтіння тіні. Закордонні рекомендації щодо планування ВЕС [21] керуються такими положеннями як: дотримання достатньої відстані; дія ефекту мерехтіння тіні на будівлі в зоні впливу впродовж певного нормативного часу; застосування пом'якшувальних заходів, зокрема вимкнення турбін у певний час, насадження дерев на території між ВЕУ та будівлями. Відстань, на яку може відчуватися вплив ефекту мерехтіння тіні залежно від ВЕУ для ВЕС Шевченкове, складає 400-600 м, оскільки вплив на відстані більший 10 діаметрів є несуттєвий [17]. На схід від ВЕУ 6 (діаметр лопастей 43 м) розташована найближча забудова с. Шевченкове, однак відстань до виробничих приміщень щонайменше – 900 м, а до житлових – 1100 м. Відстані до забудови інших населених пунктів є значно більшими. Це дає можливість зробити висновок про відсутність впливу ефекту мерехтіння тіні.

Розкидання льоду. За від'ємної температури повітря на лопастях ВЕУ може утворюватися лід, який може відколюватись і падати, що може бути причиною травм. Найважчі частини до 10 кг падають біля самої турбіни, а легші фрагменти можуть бути віднесені на відстань до 600 м [19]. Як правило, таке відбувається за екстремально низьких температур, кілька днів на рік. За даними [22] безпечна відстань від ВЕУ до об'єкта розраховується як $1,5 \times (\text{висота башти} + \text{діаметр ротору})$, для ВЕУ ВЕС Шевченкове-1 вона складатиме 140-180 м. В даній зоні ризику немає будівель, однак є сільськогосподарські угіддя, ґрунтові дороги, також на ВЕС працюватиме обслуговуючий персонал. Для запобігання травматизму можливе встановлення заборони на діяльність та перебування людей в радіусі 200 м від ВЕУ [15].

Соціально-економічна ситуація. Шевченківська ВЕС матиме позитивний вплив на сс. Шевченкове та Мислівка, які є в складі Шевченківської сільської ради, як при будівництві – через зайнятість місцевого населення, так і при експлуатації – у вигляді орендної плати за земельні ділянки, податків до місцевого бюджету, зайнятості технічного обслуговуючого персоналу. *Зайнятість* під час будівництва та монтажних робіт буде обмеженою і носитиме тимчасовий характер, таким чином не представлятиме постійної зміни для місцевого населення, чисельність якого за даними Далинської районної ради складає: с. Шевченкове – 2048, Мислівка – 312 [5]. Загальна кількість робітників різних спеціальностей, що будуть задіяні на період спорудження вітроелектростанції складає 200 працівників. Будівництво та експлуатацію ВЕС здійснює – ТОВ «Вінд Енерджі». Для експлуатації впродовж як мінімум 20 років робіт будуть залучені кваліфіковані електротехнічні працівники, які можуть бути представниками місцевої громади чи інших районів. *Доходи.* Ділянки під будівництво площею 1,75 га виділені в довготермінову оренду на 49 років. В результаті до місцевого бюджету надходитимуть від орендної плати, а також податок на землю.

Комунальна інфраструктура. Постачання електроенергії в мережу. Номінальна потужність ВЕУ Шевченківської ВЕС складає 600 та 1300 кВт. 1 чергою ВЕС у с. Шевченкове – 1 ВЕУ NORDEX N43 600 кВт вироблено у січні 2018 р. 20 тис. кВт·год (дата встановлення "зеленого" тарифу – 11 січня 2018р.), в лютому – 10 тис. кВт·год, березні 47 тис. кВт·год [13]. Передача електроенергії від ВЕУ 6 1 черги здійснюватиметься через точку підключення до ЛЕП 10 кВт на 520 м на північ від ВЕС, II черга передбачатиме будівництво ТП та під'єднання до ЛЕП 35 кВт АТ «Прикарпаттяобленерго» що проходить паралельно газопроводам та дорозі Долина-Хуст на 760 м на захід від ВЕС [3].

Навантаження на транспортну мережу. Монтаж та будівництво ВЕС спричинить додаткове навантаження на місцевому транспортну мережу. Для транспортування матеріалів та обладнання в період будівництва, а також для проїзду транспорту для експлуатації ВЕС передбачено створення мережі технологічних доріг на базі існуючих

грунтових доріг сільськогосподарського призначення. Створення такої мережі доріг також надасть можливість доступу пожежних бригад до ділянок лісового фонду. Транспортування обладнання, будівельної техніки планується здійснювати по дорозі національного значення Стрий-Івано-Франківськ Н-10 та по регіональній дорозі Долина-Хуст Р-21.

Відходи. Будівельні роботи призводитимуть до накопичення безпечних твердих відходів і, можливо, незначної кількості небезпечних відходів. В процесі виробництва електричної енергії на ВЕС не використовується паливо, мастильні матеріали, хімічні речовини. Будівельне сміття по завершенню будівельно-монтажних робіт та побутові відходи в процесі експлуатації будуть зберігатися в спеціально відведених контейнерах із подальшим їх вивезенням з узгодженням з санітарно-епідеміологічною станцією району [3]. При розгляді ВЕС як об'єкта, що може *перешкоджати прийому та передачі електромагнітних сигналів* слід сказати, що лопасті турбін виготовлені з синтетичних матеріалів, які мають мінімальний вплив на передачу електромагнітного випромінювання. Електрична система не є потенційною проблемою для телекомунікацій, оскільки гондола добре ізольована. Достатня відстань від житлової забудови (більше 1 км) виключає можливість впливу на ТБ. Щодо впливу на цивільну та військову авіацію в Україні немає норм щодо віддаленості ВЕС від аеропортів. З світового досвіду, зокрема в Канаді [20], при проектуванні ВЕС, що складаються з декількох ВЕУ висотою понад 52 м в 15 км зоні від аеропортів вимагаються додаткові дослідження щодо можливих впливів. Дозволяється розміщення 1 ВЕУ на відстані не меншій 5 км від аеропортів, до 6 ВЕУ-10 км. Відстань від Шевченківської ВЕС до найближчого міжнародного аеропорту «Івано-Франківськ» складає близько 60 км.

Використання ресурсів. Технологічний процес виробництва енергії ВЕС не передбачає використання паливних, водних та інших природних ресурсів. *Вплив на ресурси ґрунту* – вилучення цінних земель, ерозії ґрунту від використання техніки можливий при підготовці території будівництва ВЕС та полягає у виїмці ґрунту при влаштуванні підземних частин будівель, зокрема фундаменту веж ВЕУ, автошляхових покриттів, підземних мереж, а також родючого ґрунту для озеленення території. Для території ВЕС типовими є буроземно-підзолисті ґрунти з низьким вмістом гумусу та складним гірським рельєфом, відмітки землі на різних ділянках проектування коливаються в межах 504,0–590,9 м. *Економія органічного палива.* При роботі електростанції електрична енергія виробляється без використання органічного (чи ядерного) палива, що забезпечує відповідне зменшення споживання палива на традиційних теплових чи атомних електростанціях. Річний вітроенергетичний потенціал від однієї турбіни NORDEX N43-600 на висоті 50 м за даними метеостанції Долина складе 330,5 тис кВт·год./рік або 40,7 тон умовного палива. ВЕС Шевченкове розташована в кращих вітрокліматичних умовах, складатиметься з 4-х ВЕУ номінальною потужністю 600 кВт та 2-х – 1300 кВт, що дасть змогу значно більшої економії викопних ресурсів.

Історико-культурна спадщина. На території ВЕС та прилеглих населених пунктів відсутні пам'ятки державного значення, однак є місцеві пам'ятки, зокрема містобудування і архітектури – сакральні споруди (дерев'яні церкви II пол. XIX–поч. XX ст. у сс. Лолин, Максимівка, Новий Мізунь, Новошин, Підліски) та археології (сс. Новий Мізунь, Шевченкове, Новошин). Однак, достатня відстань до них виключає можливість даного впливу.

Для комплексної оцінки об'єктів та характеристик впливів від ВЕС дані аналізу подано у вигляді зведеної таблиці (табл.6).

Висновки. В цілому, аналізуючи результати можна дійти висновків, що вплив від ВЕС Шевченкове-1 на довкілля є незначний. ВЕС Шевченкове може чинити значний негативний вплив на кажанів, викликаючи їх загибель. Також є помірний негативний вплив орнітофауни у зв'язку з відносною близькістю розташування до лісових та водно-болотних угідь. Зважаючи на це, необхідними є постійні моніторингові дослідження в

період будівництва та експлуатації за змінами в популяціях, фіксування фактів загибелі від ВЕУ та, за необхідності, зупинки ВЕУ чи застосування заходів з попередження і відлякування птахів для зменшення ризиків у період міграції. Також слід зазначити, що використання балів не націлене на представлення конкретної величини інтегральної оцінки, а в полегшенні диференціації впливів на основі їх значущості з подальшим застосуванням додаткових заходів з пом'якшення, альтернативних варіантів розміщення, можливості дозволу реалізації запланованої діяльності.

Таблиця 6

Оцінка впливу ВЕС Шевченкове на довкілля

Об'єкт впливу	Характеристика впливу	Значущість впливу
1	2	3
Природне середовище		
Повітря		
Забруднення повітря	Забруднення повітря від техніки і ТЗ під час будівництва ВЕС	-12 Незначний негативний вплив
	Забруднення повітря при пожежах	-2 Незначний негативний вплив
Геологічне середовище		
Гірські породи	Розчищення ділянки та викопування ям для фундаменту та прокладання кабелів	-9 Незначний негативний вплив
Зсувонебезпечні ділянки	Впливи на зони підвищеного ризику в результаті будівельних робіт	-3 Незначний негативний вплив
Ґрунти		
Склад ґрунту	Деградація внаслідок видалення рослинності	-18 Помірний негативний вплив
Забруднення ґрунту	Надходження шкідливих речовин під час будівництва	-6 Незначний негативний вплив
Води		
Ресурси поверхневих вод	Зміна у обсягах поверхневого стоку через порушення ґрунтового та рослинного покриву	-12 Незначний негативний вплив
		-4 Незначний негативний вплив
Забруднення поверхневих вод	Надходження завислих речовин та забруднювачів, зміни у гідрохімічному режимі	-12 Незначний негативний вплив
		-4 Незначний негативний вплив
Ресурси підземних вод	Збільшення надходження води в підземні води під час будівництва внаслідок порушення ґрунтового покриву.	-3 Незначний негативний вплив
Забруднення підземних вод	Надходження забруднювачів в підземні води під час будівництва	-3 Незначний негативний вплив
Флора, фауна та біорізноманіття		
Флора	Порушення рослинного покриву при будівництві ВЕС	-24 Помірний негативний вплив
	Загорання рослинності і лісів при пожежах	-3 Незначний негативний вплив
Види птахів, що охороняються	Витіснення з ареалів видів, що охороняються	-32 Помірний негативний вплив
	Загибель видів, що охороняються, через зіткнення з ВЕУ	-72 Помірний негативний вплив
Мігруючі птахи	Втрата місць відпочинку та годівлі мігруючих птахів	-36 Помірний негативний вплив
	Зіткнення птахів з ВЕУ під час міграції	-36 Помірний негативний вплив
Кажани	Витіснення кажанів з їх ареалів	-48 Помірний негативний вплив
	Загибель кажанів	-96 Значний негативний вплив

Продовження табл. 6

1	2	3
Водні екосистеми	Погіршення якості водойм при будівництві через ерозію і поверхнево-зливовий стік	-12 Незначний негативний вплив
Наземні екосистеми	Втрата природного середовища через вилучення земель під ВЕС	-24 Помірний негативний вплив
Ландшафти		
Ландшафти-об'єкти ПЗФ, неорганізовані мальовничі ландшафти	Зменшення візуальної привабливості території через встановлення ВЕУ та ЛЕП	-32 Помірний негативний вплив
Соціально-економічне середовище		
Здоров'я населення		--11 Незначний негативний вплив
Шум	Вплив на здоров'я від техніки й транспорту під час будівництва	-12 Незначний негативний вплив
	Вплив на здоров'я від ВЕУ при експлуатації	-16 Незначний негативний вплив
Вібрації, електромагнітне випромінювання		-8 Незначний негативний вплив
Мерехтіння тіні		Вплив відсутній
Розкидання льоду		-8 Незначний негативний вплив
Соціально-економічна ситуація		+21 Помірний позитивний вплив
Зайнятість та доходи	Зайнятість місцевого населення при будівництві та експлуатації	+12 Незначний позитивний вплив
	Доходи від орендної плати та податків	+16 Незначний позитивний вплив
Комунальна інфраструктура	Постачання електроенергії в мережу	+64 Помірний позитивний вплив
	Навантаження на місцеву транспортну мережу при будівництві	-24 Помірний негативний вплив
	Відходи	-12 Незначний негативний вплив
	Перешкоджання прийому та передачі електромагнітних сигналів	Вплив відсутній
Використання ресурсів	Втрата родючих ґрунтів через вилучення земель для будівництва, ерозії ґрунту від використання техніки	-9 Незначний негативний вплив
	Економія органічного палива	+64 Помірний позитивний вплив
Історико-культурна спадщина		Вплив відсутній
Інтегральна оцінка на довкілля		-11 Незначний негативний вплив

Література

- 1 Атлас міграції птахів України (складений за даними кільцювання).Київ. 2016. URL: <http://mail.izan.kiev.ua/atlas%20of%20bird%20migration-ua-2016.pdf> (дата звернення 01.05.2018)
- 2 Грищенко В.Н. Пролётные пути и эволюция птиц. Беркут. Т. 3. Вып. 2. 1994. С. 128-135.
- 3 Детальний план території земельних ділянок під будівництво та обслуговування вітрової електростанції в урочищі Обідний в с.Шевченкове, Шевченківської сільської ради Долинського району Івано-Франківської області. Львів – 2015 р.
- 4 Директива 2011/92/ЄС «Про оцінку наслідків певних державних та приватних проєктів для навколишнього природного середовища». URL:<http://enref.org/docs/dyrektyva-2011-92-es-pro-otsinku-vplyvu-okremykh-derzhavnyh-i-pryvatnyh-proektiv-na-navkolyshnje-seredovysche> (дата звернення 01.05.2018)

5 Інформація про Шевченківську сільську раду. Долинська районна рада. URL: <http://region.dolyna.info/rajonna-rada/mistsevi-rady/informatsiya-pro-shevchenkivsku-silsku-radu> (дата звернення 01.05.2018)

6 Список видів тварин занесених до Червоної книги України, що населяють територію ДП "Вигодський лісгосп". Державне підприємство «Вигодське лісове господарство» <http://www.vygodalis.com/?m0prm=12&m1prm=9&m2prm=25> (дата звернення 01.05.2018)

7 ДСН 239-96 Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96> (дата звернення 01.05.2018)

8 Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 № 2059-VIII. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2059-19> (дата звернення 01.05.2018)

9 Запорожець О.І. Розрахунок відстані від вітроенергетичних установок для зменшення ефекту мерехтіння тіней на здоров'я людини / О.І. Запорожець А. В. Литвинюк // Наукові технології, 2012, № 4 (16). С. 121-126

10 Захист територій, будинків і споруд від шуму. ДБН В.1.1-31:2013 2014. URL: http://www.acoustic.ua/img/pdfs/pdf_file_131.pdf (дата звернення 01.05.2018)

11 Кузьменко Е.Д., Штогрин Л.В., Чепурний І.В. Аналіз впливу геологічної будови гірських порід на характеристики зсувів. Геофізика. Львівський політехнічний. 2014. С 112-124.

12 Мій рідний край – Прикарпаття: Навч. посібник. Івано-Франківськ. 2000. 358 с.

13 Інформація про об'єкти альтернативної енергетики, яким встановлено "зелений" тариф. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг URL: http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/energo_pidpryemstva/stat_info_zelenyi_taryf/2018/ (дата звернення 01.05.2018)

14 Програма фінансування альтернативної енергетики в Україні. Екологічний звіт 2012. URL: http://www.uself.com.ua/fileadmin/documents/Strategic_Environmental_Review_UKR.pdf (дата звернення 01.05.2018)

15 Розвиток вітроенергетики та гігієнічні проблеми щодо розміщення будівництва та експлуатації вітрових електростанцій в Україні. Кірейва І.С. та ін. ДУ ІГМЕ. Гігієна населених місць. № 59. 2012. С 3-13

16 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. ДБН А.2.2-1-2003/ розроб. В. Г. Чуніхін [та ін.] ; Державний комітет України з будівництва та архітектури. - Вид. офіц. - К. : Держбуд України, 2004. - 23 с.

17 Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise) Stand: 13.03.2002. URL: https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/wea_schattenwurf_hinweise.pdf (дата звернення 01.05.2018)

18 Hötter H. The impact of repowering of wind farm son bird sand bats. Bergenhusen, October 2006. 38 p. URL: https://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/impact_of_repowering.pdf (дата звернення 01.05.2018)

19 Ice ejection from rotating wind turbine blades. Ground impact probability distribution sand danger level estimate. Björn Montgomerie, Sweden. 2014 URL: http://windren.se/WW2014/P15_101_A%20tool%20for%20the%20assessment%20of%20stochastic%20danger%20levels%20from%20ice%20ejected%20from%20wind%20turbine%20blades.pdf (дата звернення 01.05.2018)

20 Measuring electromagnetic fields (EMF) around wind turbines in Canada: its here a human health concern? Lindsay, Melissa L Whitfield As Lund, Environ Health. 2014; 13: 9. Published online 2014 Feb 15. doi: 10.1186/1476-069X-13-9 (дата звернення 01.05.2018)

21 Update of UK Shadow Flicker Evidence Base Final Report. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48052/1416-update-uk-shadow-flicker-evidence-base.pdf (дата звернення 01.05.2018)

22 Wind Energy Production in Cold Climate. B. Tammelin, FMI M. Cavaliere. 1998 URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/203e/01c012a2d8366a76a20809326f78ccb7a674.pdf> (дата звернення 01.05.2018)

23 Wind Turbines and Health: A Critical Review of the Scientific Literature Mc Cunney, Robert J. MD, MPH; Mundt, Kenneth A. PhD; Colby, W. David MD; Dobie, Robert MD; Kaliski, Kenneth BE, PE; Blais, Mark PsyD Journal of Occupational and Environmental Medicine: November 2014 - Volume 56 - Issue 11 - p e108–e130. URL: https://journals.lww.com/joem/Fulltext/2014/11000/Wind_Turbines_and_Health_A_Critical_Review_of_the.9.aspx (дата звернення 01.05.2018)

24 Wind Turbine Noise Issues. 2004. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/5255/5f69ef796ca9619b4e90967cc2c80c4d8254.pdf> (дата звернення 01.05.2018)

25 Wind Turbine Visibility and Visual Impact Threshold Distances in Western Landscapes URL: <http://blmwyomingvisual.anl.gov/docs/WindVITD.pdf> (дата звернення 01.05.2018)

26 Zielinski P., Bela G., Marchlewski A. Report on monitoring of the wind farm impact on bird sin the vicinity of Gniedewo (gmiana Puck, pomor ski evolved ship). Gdansk, June 2010. 31p. URL: http://www.polenergia.pl/pol/sites/default/files/attachments/page/annex_no_1_0.pdf (дата звернення 01.05.2018)

© Н. М. Москальчук

Надійшла до редакції 23 травня 2018 р.

Рекомендував до друку

докт. техн. наук Я. О. Адаменко